

Macromorfometria dos agregados de um Latossolo sob cultivo de cafeeiro com altas doses de gesso

Izabela da Silva Lima⁽¹⁾; **Geraldo César de Oliveira**⁽²⁾; **Érika Andressa da Silva**⁽³⁾;
Bruno Montoani Silva⁽⁴⁾; **Petrus Hubertus Caspar Rosa Peters**⁽⁵⁾; **Carlos Eduardo Siqueira Teixeira**⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos de Fapemig, Embrapa Café, Agropecuária Piumhi, Capes, CNPq.

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG; izabelalima09@gmail.com

⁽²⁾ Prof.Dr. Associado do Departamento de Ciência do Solo (DCS), UFLA, Lavras, MG; geraldooliveira@dcs.ufla.br; ⁽³⁾

Mestranda em Ciência do Solo; UFLA; Lavras, MG; andressa_erika@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Prof. Ms. Substituto do

Departamento de Ciência do Solo; UFLA; Lavras, MG; brunoms@dcs.ufla.br; ⁽⁵⁾ Graduando em Agronomia, Bolsista

CNPq de Iniciação científica, UFLA, Lavras, MG; petruspeters@yahoo.com.br; ⁽⁶⁾ Graduando em Engenharia Florestal,

UFLA, Lavras, MG; carlos.eduardo_teixeira@hotmail.com.

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo caracterizar, segundo critérios macromorfológicos, os agregados de um Latossolo sob cafeeiro com diferentes doses de gesso e cultivo de *Braquiaria* sp. nas entrelinhas. Foram amostradas as profundidades de 5 e 15 cm na linha do cafeeiro em área experimental localizada na região do Alto São Francisco-MG. Os manejos foram: sem gesso na linha e as doses 7,0; 28 e 56 t ha⁻¹ de gesso distribuído na linha; manejo convencional, sem gesso na linha e sem *Braquiaria* sp. na entrelinha do cafeeiro. As análises dos agregados foram realizadas por meio de imagens 2D obtidas em 300 dpi de resolução espacial por meio de um scanner. Cada imagem continha 60 agregados selecionados aleatoriamente. As variáveis de agregação foram calculadas com o software QUANTPORO. As variáveis morfológicas analisadas foram: área, perímetro, roundness, compacidade, aspecto e diâmetro de Feret. Nos manejos com gesso e gramíneas foram encontrados agregados maiores. Os agregados do G-7 apresentaram aspecto liso e circular, e no G-28 verificou-se a presença de agregados mais rugosos.

Termos de indexação: análises digitais, agregação, manejo do solo.

INTRODUÇÃO

Sistemas conservacionistas, como o de plantio direto (Garcia e Rosolem, 2010); sistema de integração (lavoura-pecuária; floresta-pecuária) (Tirloni et al., 2012), sistema inovador de manejo para cafeeiro (SIMC) (Serafim et al., 2011) contribuem com um melhor aporte de resíduos sob a superfície do solo, proveniente da renovação das folhas e raízes, que atuam como promotores de melhoria estrutural com efeitos positivos na formação e estabilidade dos agregados (Costa Junior et al., 2012). Assim sendo, a agregação é um importante parâmetro físico que pode ser utilizado para verificar alterações ocorridas na estrutura do

solo em função dos sistemas de manejo agrícolas (D'Andreias et al., 2002).

Contudo, existem diferenças entre os métodos para avaliação da estabilidade de agregados em solos, principalmente quando a maioria dos métodos se limita a comparações entre solos e tratamentos, e o nível de energia aplicada é arbitrário e desconhecido (Fuller & Go, 1992).

Em vista destas dificuldades, o uso de técnicas de análise de imagens para estudos quantitativos e qualitativos de estrutura de solo tem se tornado mais acessível. A análise de imagens apresenta sensibilidade à detecção de mudanças na morfologia dos agregados do solo (Cremon et al., 2011), e apresenta vantagens quando comparada a métodos tradicionais, como tamisamento úmido (Yoder, 1936) por se tratar de um processo de baixo custo, elevada precisão e acurácia além de execução simples, em que o usuário necessita apenas de um computador e um scanner.

Além disso, Carvalho et al.(2010) salientaram em suas pesquisas que características morfológicas são indicadoras da qualidade estrutural do solo, tendo em vista que a forma e geometria determinam o arranjo das partículas minerais, podendo desta forma interferir sobre a dinâmica de ar, água e nutrientes no solo, que conseqüentemente influenciam no desenvolvimento radicular das plantas. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar, segundo critérios macromorfológicos, os agregados de um Latossolo sob cafeeiro com diferentes doses de gesso e cultivo de *Brachiaria* sp. nas entrelinhas.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental está localizada no município de São Roque de Minas, região fisiográfica do Alto São Francisco (20°15'S e 46°22'W, a 900 m de altitude), Minas Gerais. A classificação climática de Köppen para a região é do

tipo Cwa, clima temperado brando com verão quente e úmido e inverno seco. O solo em estudo foi classificado segundo Embrapa (2006) como Latossolo Vermelho distrófico gipsítico-oxídico de textura muito argilosa (tabela 1) e vem sendo cultivado com café tipo arábica (*Coffea arabica* L.) variedade Catucaí Amarelo.

Esta pesquisa é parte de um grande projeto de avaliação do Sistema de Inovação de Manejo na Cafeicultura (SIMC) que tem por base 10 manejos cujo diferencial são as doses de gesso aplicado e parcelas que estão sob manejo convencional para comparação. As parcelas contêm 10 linhas com 36 plantas cada, totalizando 360 plantas por parcela com área de 585 m². A bordadura corresponde a 3 plantas no início da parcela e duas linhas nas laterais, totalizando área de 360 m². Na fase de implantação do sistema de manejo do solo, foi feito revolvimento profundo na linha de plantio do café, tendo-se deixado sulco com 60 cm de profundidade e 50 cm de largura, o que causou alterações na estrutura original do solo (Serafim et al., 2011; Silva et al., 2012). Nas entrelinhas vegetadas com *Braquiaria* sp. são realizadas operações de cortes periódicos, e o material é posteriormente amontoado na linha de plantio, juntamente com o gesso agrícola.

Para este estudo foram selecionados os manejos sob o SIMC com três doses de gesso, sendo: G0: ausência de gesso na linha; G7: 7 t ha⁻¹ de gesso; G28: 28 t ha⁻¹. A seleção desses manejos baseou-se na hipótese de possíveis alterações estruturais promovida pela aplicação do gesso, para isso avaliou-se a dose máxima recomendada e encontrada na literatura (G7) (Moreira et al., 2001); a dose referência do próprio sistema (G28) comparadas ao tratamento sem gesso (G0). Também foi estudado um sistema de manejo convencional (CV-0), com práticas de manejo assim como as dos manejos G-0, G-7 e G-28, porém se diferenciando pela ausência de cultivo de *Braquiaria* sp. nas entrelinhas, e aplicação de gesso segundo doses recomendadas para correção de área total.

Quando a lavoura encontrava-se no segundo ano de cultivo (fev/2011) procedeu-se a coleta de amostras deformadas na linha de plantio, nas profundidades de 0,05 e 0,15 m. Desta forma, o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (3 repetições x 2 profundidades x 4 tratamentos) totalizando 24 amostras.

Posteriormente os blocos foram levemente desagregados (mantendo a estrutura original) secos ao ar e passados entre peneiras de 7,00 e 4,00 mm, os agregados retidos na peneira inferior foram utilizados aquisição das imagens digitais. As imagens foram realizadas em três repetições para

cada profundidade, e cada imagem contemplou 60 agregados selecionados aleatoriamente. A aquisição das imagens foi feita por meio do scanner Modelo Mustek^R e reproduzidas em resolução espacial de 300 dpi recomendado para essa análise de imagens (VIANA et al., 2004). As imagens obtidas foram processadas e quantificadas por meio do software QUANTPORO.

No software o primeiro passo foi selecionar o canal de cores adequado ao processamento, neste caso o RGB (red (vermelho), green (verde) e blue (azul)) para o pré-processamento. Segundo Viana et al.(2004), estas cores são combinadas para produzir a imagem colorida, e a informação contida em cada pixel é composta pelos valores relativos destas. Obtida a imagem RGB esta foi submetida a uma filtragem por meio do filtro de mediana que opera substituindo os valores de cada pixel pelo valor da mediana dos pixels da vizinhança. Seu efeito principal consiste na redução de pixels isolados, grande parte destes ruídos ou artefatos, que ocasionam distorções principalmente nas medidas de perímetro. Todas as imagens ainda foram convertidas em sua forma binária [0,1], ou seja, constituída pelas cores pretas e brancas por meio do comando de limiarização manual (Threshold) do programa. As características analisadas de cada agregado foram:

1. Área (cm²): é medida com o número de pixels no polígono; indica o estado de agregação do solo (capacidade de formação de agregados).

2. Perímetro (cm): o comprimento da projeção do limite exterior do Agregado.

3. Aspecto: fornece o resultado entre 0 e 1, e, quanto maior o valor, maior o grau de arredondamento. É calculado a partir da fórmula: $[(4 \cdot \text{área}) \div \text{perímetro}^2]$. Esta variável refere-se à forma do agregado e esta relacionado com o efeito dos sistemas de cultivo sobre a morfologia dos mesmos. Logo um agregado mais arredondado (Asp = 1) esta relacionado a um sistema de manejo mais agressivo, com maior revolvimento, e um agregado menos arredondado (preponderantemente arestado), esta relacionado com um sistema de cultivo com menor revolvimento, isso porque o arredondamento se da pela quebra das arestas dos agregados.

4. Roundness ou rugosidade (Round): medida dependente da rugosidade da superfície externa do agregado (perímetro). Expressa as estrias do agregado, sendo que, quanto mais liso mais próximo de 1.

5. Diâmetro de Feret (DF): o diâmetro de um círculo com a mesma área do objeto. É calculado a partir da fórmula: $DF = [(4 \cdot \text{área}) \div \text{perímetro}]$.

6. Compacidade (Cmp): fornece uma medida da circularidade do objeto, sendo dependente da medida do comprimento do maior eixo. Varia de 0 a 1 e, se for igual a 1, o agregado é perfeitamente circular. É calculado a partir da fórmula: $Cmp = [(4 * \text{área} \div \text{perímetro}) \div \text{comprimento maior eixo}]$.

Os dados obtidos das análises dos agregados do solo foram submetidos à análise de variância, e quando pertinente ao teste comparação entre médias por Scott-Knott ao nível nominal de 5% de probabilidade por meio do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que na profundidade de 5 cm, o G-7 apresentou maior área que os demais manejos (Tabela 2). Estes resultados podem ser atribuídos aos maiores conteúdos de carbono orgânico observada neste manejo (Silva et al., 2013).

No manejo G-28, em ambas as profundidades estudadas, foi determinado os menores valores de Asp. Neste sistema de manejo, prevaleceram agregados de forma preponderantemente quadrada ($0,73 < Asp < 0,82$).

Na profundidade de 15 cm, os manejos compostos por gesso e com o cultivo de *Braquiaria* sp. na entrelinha apresentaram maiores valores de área que o CV-0 (tabela 2). Silva et al. (2013) ao avaliar a estabilidade de agregados nos mesmos sistemas de manejo, por meio do tamisamento úmido (Yoder, 1936) considerado método padrão, também encontrou resultados positivos e superiores para os manejos compostos por gesso + gramínea, evidente pelas altas percentagens (> 93%) de agregados retidos na classe de diâmetro > 2,00 mm, além dos altos valores de DMP (> 4,80 mm) e DMG (> 4,50 mm).

Nesta profundidade, também observou-se que os agregados do G-28 são mais rugosos (Round = 0,15) e os agregados do G-7 são mais lisos e circulares (Round > 0,40). Esses resultados demonstram que sistemas de manejo com uso de maiores doses de gesso e gramíneas contribuem para formação e manutenção de agregados com maior quantidade de estrias, o que é desejável quando estes propiciam uma melhor dinâmica hídrica bem como uma aeração mais uniforme ao solo (CREMON et al., 2009).

Sistemas de manejo mais agressivos apresentam elevados valores para o índice Cmp (OLSZEVISK et al., 2004), em torno de 1. No entanto, sistemas conservacionistas de manejo, como os aqui estudados, com gesso e gramíneas, apresentam baixos valores de Cmp. Observa-se

pela tabela 2, que este índice foi similar entre todos os manejos estudados e situaram-se em torno de 0, o que demonstra a excelência física do solo estudado.

Os resultados deste estudo confirmam que sistemas de manejo com altas doses de gesso e gramíneas possivelmente são capazes, ao longo prazo, de promover a reagregação do solo e recuperar a estrutura pulverizada pela ação do revolvimento no momento inicial de implantação da lavoura.

CONCLUSÕES

O uso do solo com cafeeiros e a utilização de maiores doses (7 t ha^{-1} e 28 t ha^{-1}) de gesso associado ao cultivo da *Braquiaria* sp. nas entrelinhas favorecem a formação de agregados com maior área.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos órgãos de fomento Fapemig, CNPq e Embrapa Café pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, J.M., CREMON, C., MAPELI, N.C., NUNES, M.C.M., SILVA, W.M., MAGALHÃES, W.A.DE., SANTOS, A.S. Análise micromorfológica de agregados de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Agrarian**. Dourados, v.3, n.10, p.275-285, 2010.
- COSTA JUNIOR, C.; PÍCCOLO, M.C.; SIQUEIRA NETO, M.; CAMARGO, P.B.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no bioma cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, p.1311-1321, 2012.
- CREMON, C.; SACCO, D.; GRIGNANI, C.; JÚNIOR, E.J.R.; MAPELI, N.C. Micromorfometria de agregados do solo sob diferentes sistemas de cultivo de arroz. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 370-377, jul./set. 2011.
- CREMON, C.; JÚNIOR, E.J.R.; SERAFIM, M.E.; ONO, F.B. Análise micromorfológica de agregados de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 139-146, 2009.
- D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; SIQUEIRA, J.O. & CARNEIRO, M.A.C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do Cerrado no sul do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.913-923, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006.

FERREIRA, D.F. SISVAR 5.0. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FULLER, L.G.; GOH, T.G. Stability-energy relationships and their application to aggregation studies. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.72, n.4, p.453-466, Nov. 1992.

GARCIA, R.A.; ROSOLEM, C.A. Agregados em um Latossolo sob sistema plantio direto e rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.1489-1498, 2010.

OLSZEWSKI, N.; COSTA, L. M.; FERNANDES FILHO, E.I.; RUIZ, H. A.; ALVARENGA, R. C. & CRUZ, J. C. Morfologia de agregados do solo avaliada por meio de análise de imagens. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, p. 901-909, 2004.

SERAFIM, M. E.; OLIVEIRA, G.C.; OLIVEIRA, A.S.; LIMA, J.M.; GUIMARÃES, P.T.G.; COSTA, J.C. Sistema conservacionista e de manejo intensivo do solo no cultivo de cafeeiros na região do Alto São Francisco, MG: um estudo de caso. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.6, p.964-977, Nov/Dez, 2011.

SILVA, E. A.; OLIVEIRA, G.C.; CARDUCCI, C. E.; SILVA, B. M.; OLIVEIRA, L. M.; COSTA, J. C. Doses crescentes de gesso agrícola, estabilidade de agregados e carbono orgânico em Latossolo do Cerrado sob Cafeicultura. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 56, n. 1, p. 25-32, jan./mar. 2013.

SILVA, B.M., OLIVEIRA, G.C., SILVA, E.A., OLIVEIRA, L.M., SERAFIM, M.E. Índice S no diagnóstico da qualidade estrutural de Latossolo muito argiloso sob manejo intensivo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 03, p. 338-345, 2012.

TIRLONI, C.; VITORINO, A.C.T.; BERGAMIN, A.C.; SOUZA, L.C.F. Physical properties and particle-size fractions of soil organic matter in crop-livestock integration. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.36, p. 1299-1310, 2012.

VIANA, J.H.M.; FERNANDES FILHO, E.I.; SCHAEFER, C.E.G.R. Efeitos de ciclos de umedecimento e secagem na reorganização da estrutura microgranular de latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.11-19, 2004.

YODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. **Journal American Society of Agriculture**, St. Joseph, v.28, p:337-351, 1936 .

Tabela 1. Caracterização química e física dos horizontes superficial “Ap” e diagnóstico “Bw” do Latossolo Vermelho Distrófico.

Horizonte	Textura			Ataque sulfúrico				Ki	Kr
	Argila	Silte	Areia	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅		
	----- g kg ⁻¹ -----								
Ap	763	198	39	102	355	157	1,32	0,49	0,38
Bw	819	148	33	105	392	169	0,98	0,46	0,36

Tabela 2. Valores médios de área (Ar), perímetro (Per), aspecto (Asp), Roundness (Round), diâmetro de Feret (DF) e compacidade (Cmp) em um Latossolo do cerrado.

Manejo	Ar	Per	Asp	Round	DF	Cmp
	***	Ns	*	***	ns	ns
Prof. 5 cm						
CV-0	0,57 b	5,60 a	0,85 b	0,31 a	0,89 a	0,01 a
G-0	0,48 b	4,79 a	0,84 b	0,33 a	0,94 a	0,01 a
G-7	0,69 a	5,66 a	0,84 b	0,40 a	0,88 a	0,00 a
G-28	0,48 b	5,11 a	0,82 a	0,23 a	0,86 a	0,01 a
Prof. 15 cm						
CV-0	0,39 c	6,12 a	0,86 c	0,27 b	0,74 a	0,01 a
G-0	0,54 b	5,27 a	0,84 b	0,32 b	0,88 a	0,00 a
G-7	0,64 a	4,69 a	0,84 b	0,45 c	1,00 a	0,00 a
G-28	0,66 a	7,82 a	0,79 a	0,15 a	0,74 a	0,00 a

Prof.: profundidade do solo. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p < 0,05). * significativo (p < 0,05); *** significativo (P < 0,001); ns não significativo.